



Agilent E361xA 60W 台式系列 DC 电源

操作和维护手册（包含下列型号）：

Agilent E3614A

Agilent E3615A

Agilent E3616A

Agilent E3617A

安全概要

在操作、维护和修理本仪器的各个阶段中，必须遵守下面阐述的一般性安全预防措施。若不遵守这些预防措施或者本手册其他处所述的特殊警告，则将违反仪器设计、制造和使用的安全标准。对于用户未能遵守这些要求的行为，安捷伦科技公司概不负责。

接通电源之前。

检查是否将产品设置为与可用的线电压相匹配，以及是否安装了适当的熔断器。

将仪器接地。

本产品为安全类别 I 仪器（提供保护性的接地端子）。要将触电危险减少到最小，必须将仪器的底架和机箱接地。本仪器必须通过三芯电源电缆连接到交流电源上，第三根电线必须牢固地接到电源插座的地线（安全地线）上。任何保护性（接地）导线的断裂或者与保护性接地端子的连接断开，都将引起触电危险，并可能导致人身伤害。如果仪器是通过外部自耦变压器供给电源来实现电压降低的，则要确保自耦变压器的公共端子连接到交流电源线（供电干线）的中性线上（接地电极）。

不要在易爆炸的环境中进行操作。

不得在存有可燃性气体和烟雾时使用仪器。

远离带电电路。

操作人员切勿卸下仪器的机盖。必须由合格的维修人员进行部件更换和内部调整。在接电的情况下不要替换组件。在特定条件下，即使断开电源线，也有可能存在危险电压。要避免伤害，应在触摸组件时一直断开电源，将电路放电并切断外部电压源。

不要独自维修或调整。

除非有可提供急救的其他人员在场，否则不要尝试对仪器的内部进行维修或调整。

安全符号



使用手册符号；仪器上标有此符号，表明用户需要查阅使用手册。



指明接地端子。

警告

警告符号表示存在危险。它提醒用户对某一过程、操作或其他类似情况加以注意。

如果不能正确操作或遵守规则，则可能造成人身伤害。在完全理解和满足所指出的警告条件前，不要进行下一步。

小心

小心符号表示存在危险。它提醒用户对某一操作过程或其他类似情况加以注意。如果不能正确操作或遵守规则，则可能对产品造成部分或全部损坏或损毁。在完全理解和满足所指出的小心条件前，不要进行下一步。

注意

注意符号表示重要信息。它提醒用户对某一过程、操作、条件或类似的情况加以注意。

不要替换零件或调整仪器。

由于可能导致其他危险，因此不要安装替代零件，或者未经许可进行任何调整。如需服务和维修，请将仪器送回安捷伦科技公司的销售服务部门，以确保其安全特性。

在合格的维修人员修理之前，应将出现损伤或缺陷的仪器置为不可操作且安全的状态，以免无意操作。

目录

安全概要	8-2
一般信息	8-4
简介	8-4
安全要求	8-4
仪器和手册标识	8-4
选件	8-4
附件	8-4
说明	8-4
参数	8-4
安装	8-6
初始检查	8-6
机械检查	8-6
电气检查	8-6
安装数据	8-6
放置和冷却	8-6
轮廓图	8-6
装配架	8-6
输入电源要求	8-6
线电压选项转换	8-6
电源线	8-7
操作说明	8-7
简介	8-7
加电检验步骤	8-7
操作模式	8-7
本地操作模式	8-7
恒定电压操作	8-7
恒定电流操作	8-8
过压保护 (OVP)	8-8
连接负载	8-8
超过额定输出的操作	8-8
远程操作模式	8-8
远程电压检测	8-8
远程模拟电压程控	8-9
多电源操作	8-9
常规并联操作	8-9
自动并联操作	8-10
常规串联操作	8-11
自动串联操作	8-11
自动跟踪操作	8-12
负载考虑事项	8-13
脉冲负载	8-13
反向电流负载	8-13
输出电容	8-13
反向电压负载	8-13
电池充电	8-14

一般信息

简介

本手册介绍了 Agilent E361xA 60W 台式电源家族中的所有型号。除另有说明外，本手册中的信息适用于所有型号。

安全要求

本产品是安全类别 I 的仪器，这表示它具有保护性的接地端子。该端子必须连接到具有三线接地插座的交流电源上。在操作之前，应先检查仪器后面板，并参见本手册中有关安全标记和操作的说明。请在阅读本手册之前先阅读“安全概要”一页，以便对安全信息有一个大概了解。有关详细的安全信息在本手册的相应章节加以介绍。

本电源的设计符合下列安全和 EMC（电磁兼容性）要求：

- IEC 348: Safety Requirements for Electronic Measuring Apparatus
- IEC 1010-1/EN 61010: Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use
- CSA C22.2 No.231: Safety Requirements for Electrical and Electronic Measuring and Test Equipment
- UL 1244: Electrical and Electronic Measuring and Testing Equipment.
- EMC Directive 89/336/EEC: 与 Electromagnetic Compatibility 有关的称为 Approximation of the Laws of the Member States 的 Council Directive。
- EN 55011(1991) Group 1, Class B/CISPR 11: Limits and Methods of Radio Interference Characteristics of Industrial, Scientific, and Medical(ISM) Radio-Frequency Equipment
- EN 50082-1(1991) /
IEC 801-2(1991):Electrostatic Discharge Requirements
IEC 801-3(1984):Radiated Electromagnetic Field Requirements
IEC 801-4(1988):Electrical Fast Transient/Burst Requirements

仪器和手册标识

用序列号标识电源。序列号将制造国家、最新显著的设计更改日期和唯一的序号编码在一起。例如，起始为 MY306 的序列号表示电源于 1993 年（3=1993 年、4=1994 年，等等）第 6 周在马来西亚制造。序列号的其他数字是按顺序指定的一个唯一的五位数。

如果您电源上的序列号与本手册扉页上所示的不同，请见本手册提供的黄色的“手册增补”页，它阐明了您使用的仪器与本手册中说明的仪器之间的区别。该增补页也可包含本手册中有关的勘误信息。

选件

选件 OE3 和 OE9 决定了出厂时电源线电压的选取。标准电源设置为 115 V ± 10%。有关更改线电压设置的信息，请参见第 1-6 页的“输入电源要求”一段。

- OE3: 输入电源，230 V ± 10%，47-63 Hz
- OE9: 输入电源，100 V ± 10%，47-63 Hz
- 910: 另一本手册

附件

下列附件可从当地的安捷伦科技公司销售部门随电源一起订购或单独订购。（参见本手册后面的清单，获得有关地址。）

安捷伦产品编号 说明

5063-9240 在标准的 19" 机架中安装一个或两个 3 1/2" 高的电源架装工具包

架装 Agilent E361xA 电源中所有的型号时需要使用架装工具包，因为这些电源具有铸造的支脚。

说明

本电源适用于台式或架装操作。它是一个紧凑、有序的恒定电压 / 恒定电流电源，在最大额定输出电流时供给全部额定输出电压，或者可以在整个输出范围中连续调整。可以在本地中通过前面板调整输出，或者通过更改后面板开关设置来远程调整输出（请见第 1-8 页的“远程操作模式”一段）。本系列的型号提供了 60 W 的输出功率，电压最高为 60 V，电流最大为 6 A，如表 1 所示。

电源作为恒定电流源使用时，可以利用前面板电压控制器来设置电压限定值，电源作为恒定电压源使用时，可以利用电流控制器设置输出电流限定值。如果输出电流或电压超出预设的限定值，电源将自动从恒定电压转换到恒定电流操作，反之亦然。

前面板包括一个自动校正的数字伏特计（E3614A 单量程）和一个单量程的数字安培计。两个 3 1/2 位电压和电流显示屏分别准确地显示了输出电压和电流值。在参数和操作特性表中显示每种型号的输出额定值。

OVP/CC SET 开关用于检查 OVP 断路电压和电流控制设置值。按此开关时，电压显示屏显示 OVP 断路电压，电流显示屏显示电流控制设置值。

电源具有前面和后面输出端子。正或负的输出端子都可以接地，未接地时也可以操作电源，最高浮置电压为 240 V。总输出电压与地电压之差必须不超过 240 V。

线路熔断器

线电压	熔断器	安捷伦产品号
100/115 V	2.0 AT	2110-0702
230 V	1.0 AT	2110-0457

参数

在表 1 中给出了电源的详细参数。除非另有声明，否则所有参数都是在前面板上接有电阻负载，并在本地检测的值。操作性以标称的形式提供了有用的、非保证的信息。

表 1, 参数和操作特性

<p>*AC 输入 内部开关, 允许在 100、115 或 230 V 的线电压下运行。 100 V \pm 10%, 47-63 Hz, 163 VA, 125 W 115 V \pm 10%, 47-63 Hz, 163 VA, 125 W 230 V \pm 10%, 47-63 Hz, 163 VA, 125 W</p>	<p>* 稳定性 (输出漂移) 30 分钟预热后, 在线路、负载和环境温度恒定的情况下, 8 小时中输出的变化。 <u>恒定电压</u>: 小于 0.1% 加上 5 mV <u>恒定电流</u>: 小于 0.1% 加上 10 mA</p>
<p>DC 输出 在下列范围内, 通过前面板控制或远程模拟控制可以程控电压和电流设置: <u>E3614A</u>: 0 - 8 V, 0 - 6 A <u>E3615A</u>: 0 - 20 V, 0 - 3 A <u>E3616A</u>: 0 - 35 V, 0 - 1.7 A <u>E3617A</u>: 0 - 60 V, 0 - 1 A</p>	<p>负载瞬态响应时间 输出电流从满负载变为半负载或从半负载变为满负载后, 输出恢复到 15 mV 以内的时间小于 50 μs。 仪表准确度: 在 25°C \pm 5°C 时, 小于 \pm(输出的 0.5% + 2 个最小解析度)</p>
<p>* 输出端子 在前面板和后面板上配有输出端子。它们与底架分离, 正极和负极端子都可以连接到接地端子上。</p>	<p>仪表 (程控) 解析度 <u>电压</u>: <u>E3614A</u> 10 mV <u>E3615A</u> 10 mV (0 到 20 V), 100 mV (20 V 以上) <u>E3616A</u> 10 mV (0 到 20 V), 100 mV (20 V 以上) <u>E3617A</u> 10 mV (0 到 20 V), 100 mV (20 V 以上) <u>电流</u>: <u>E3614A</u> 10 mA <u>E3615A</u> 10 mA <u>E3616A</u> 1 mA <u>E3617A</u> 1 mA</p>
<p>负载限定条件 <u>恒定电压</u> - 在输出电流从满载到无负载变化时, 少于 0.01% 加上 2 mV。 <u>恒定电流</u> - 输出电压从 0 到最大值变化时, 小于 0.01% 加上 250 μA。</p>	<p>* 过载保护 在恒定电压操作模式中, 对于所有过载 (包括横跨端子的直接短路), 不间断的恒定电流电路对电源起保护作用。在恒定电流模式操作模式中, 恒定电压电路对输出电压起限制作用。</p>
<p>线路限定条件 <u>恒定电压</u> - 对于输入额定值以内的任意线电压变化, 小于 0.01% 加上 2 mV。 <u>恒定电流</u> - 对于输入额定值以内的任意线电压变化, 小于 0.01% 加上 250 μA。</p>	<p>* 过压保护 通过前面板可调整的断路电压。 <u>E3614A</u> <u>E3615A</u> <u>E3616A</u> <u>E3617A</u> 范围: 2.5-10 V 2.5-23 V 2.5-39 V 5-65 V 容限: 为避免错误的断路, 输出电压上的最小设置: 对于所有型号都为输出的 4% + 2 V</p>
<p>周期和随机偏差 (波纹和噪声) <u>恒定电压</u>: 小于 200 μV 有效值和 1 mV 峰峰值 (20 Hz-20 MHz)。 <u>恒定电流</u>: <u>E3614A</u>: 小于 5 mA 有效值 <u>E3615A</u>: 小于 2 mA 有效值 <u>E3616A</u>: 小于 500 μA 有效值 <u>E3617A</u>: 小于 500 μA 有效值</p>	<p>* 远程模拟电压程控 (25 \pm 5°C) 0 到 10 V 远程变化的电压提供零到最大额定值的输出电压或电流。 <u>电压</u>: 线性 0.5% <u>电流</u>: 线性 0.5% 利用程控输入防止输入电压超过 \pm40 V。</p>
<p>工作温度范围 最大额定输出时, 0 到 40°C。在 40°C-55°C 时, 最大电流每一摄氏度减少 1%。</p>	<p>远程检测 校准负载导线的每根导线电压降不超过 0.5 V, 每根检测导线的电阻小于 0.5 欧姆, 导线长度小于 5 m 时, 符合负载限定条件的参数。</p>
<p>* 温度系数 30 分钟预热后, 每变化 1°C 输出的最大变化。 <u>恒定电压</u>: 小于 0.02% 加上 500 μV。 <u>恒定电流</u>: <u>E3614A</u>: 小于 0.02% 加上 3 mA <u>E3615A</u>: 小于 0.02% 加上 1.5 mA <u>E3616A</u>: 小于 0.02% 加上 1 mA <u>E3617A</u>: 小于 0.02% 加上 0.5 mA</p>	

表 1. 参数和操作特性 (续)

* 远程程控速度			DC 绝缘	
根据程控输入电压中的步进改变, 输出电压从初始值改变到最新程控值的容限范围 (0.1%) 内所需的最大时间。			在输出端子和接地间最大值为 ± 240 Vdc (包括输出电压)。	
		满负载	无负载	* 冷却: 使用对流冷却。
向上:	E3614A:	3 ms	2 ms	* 重量: 净重 12.1 lbs/5.5 Kg, 总重 14.9 lbs/6.75 Kg。
	E3615A:	9 ms	6 ms	
	E3616A:	85 ms	85 ms	
	E3617A:	200 ms	200 ms	* 操作特性
向下:	E3614A:	7 ms	1.6 s	
	E3615A:	13 ms	2.2 s	
	E3616A:	65 ms	1.8 s	
	E3617A:	200 ms	3.2 s	

安装

初始检查

在装货之前, 该仪器已经过检查, 无机械和电气缺陷。打开仪器包装后, 应立即检查仪器在运输过程中是否有损坏。在检查完成之前保留所有包装材料。如果发现损坏, 应向运输方提出索赔, 并通知安捷伦科技公司的销售和服务部门。

机械检查

此项检查应确认没有损坏的旋钮或连接器, 机箱和面板表面没有凹陷和划痕, 以及仪器没有刮伤或破裂。

电气检查

应对该仪器进行电气参数的检查。“加电检验步骤”一段介绍了简要的检验过程, “维修信息”一节中的“性能测试”介绍了仪器性能检查, 以验证正确的仪器操作。

安装数据

仪器在发货时已符合台式操作的要求。只需将仪器连接到电源上, 就可以进行操作了。

放置和冷却

该仪器采用空气冷却。应有足够的空间, 以便仪器运转时流动的冷却空气可以达到仪器的四周和后面。应在周围温度不超过 40°C 的地方使用该仪器。在 40°C-55°C 时, 最大电流每一摄氏度减少 1%。

轮廓图

图 1 是显示仪器尺寸的轮廓图。

装配架

该仪器可以单独或者与类似的装置并排架装在标准的 19 in 的装配面板上。有关可采用的架装附件的信息, 请参见第 1-4 页的“附件”。每个架装工具包都提供完整的安装说明。

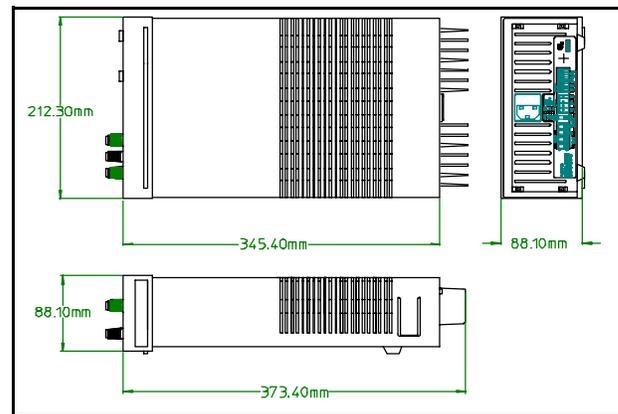


图 1, 轮廓图

输入电源要求

该电源可以在标称为 100、115 或 230 Vac, 47-63 Hz 的供电电源下工作。后面板上的标签显示了出厂时对该电源设置的标称输入电压。必要时, 您可以按照下面的步骤将电源转换为其他标称输入电压。

线电压选项转换

调整下列两个部件可完成线电压转换: 线路选择开关和后面板熔断器 F1。要将电源从一种线电压选项转换到另一种, 进行下列操作:

- 断开电源线。
- 关闭电源, 通过将平头螺丝刀插入机盖后部较低处的缝隙处, 使机盖从底架两侧松开之后, 向上举起机盖来卸掉顶盖。
- 设置印刷电路板上的线电压选择器开关的两个选项, 以获得所需的线电压 (参见图 2)。
- 检查后面板熔断器固定装置中安装的熔断器 F1, 必要时更换适当的熔断器。对于 100 和 115 V 的工作情况下, 使用标准的 2 A 熔断器, 230 V 的情况下使用时延 1 A 的熔断器。
- 重新装上机盖, 并在电源上用标签标明使用的正确线电压和熔断器。

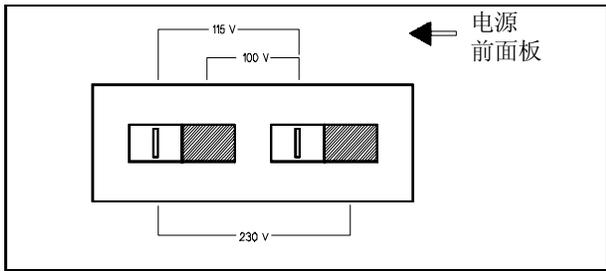


图 2，线电压选择器（设置为 115 Vac）

电源线

为保护操作人员，应将仪器接地。该仪器配有三芯电源线。在电源线插入适当的插座时，第三根导线是接地导线，这样电源就接地了。

电源配有适用于您当地使用的插座类型的电源线。如果没有适当的电源线，请就近与安捷伦的销售部门联系，以获得合适的电源线。

操作说明

简介

本小节阐述了如何操作控制器和指示灯，并介绍了有关仪器上可能进行的多项操作模式的信息。图 3 中显示了前面板的控制器和指示灯。

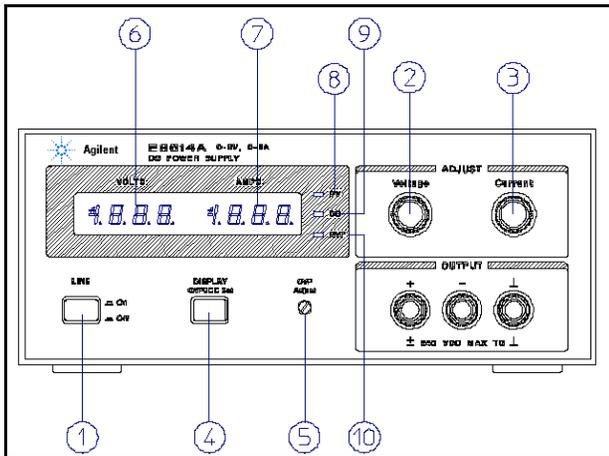


图 3，前面板控制器和指示灯

1. **LINE（线路）开关**：按下此开关，打开或关闭电源。
2. **VOLTAGE（电压）控制器**：顺时针旋转将增加输出电压。
3. **CURRENT（电流）控制器**：顺时针旋转将增加输出电流。
4. **DISPLAY OVP/CC SET（显示过压保护 / 电流控制设置）开关**：按此开关将使 VOLTS 显示屏显示过压断电时的电压设置（断路电压），AMPS 显示屏将显示电流控制设置值。设置值可以是前面板设置值，也可以是远程电压程控设置值。
5. 用螺丝刀调整的 **OVP Adjust（过压保护调节）**：在按下 DISPLAY OVP/CC SET 开关时，用一个小的平头螺丝刀顺时针旋转控制器，将增加过载断电的设置值。
6. **VOLTS（伏特）显示**：实际输出电压或 OVP 断电设置的数字

显示。

7. **AMPS（安培）显示**：实际输出电流或输出电流设置的数字显示。
8. **CV（恒定电压）LED 指示灯**：变亮时输出电压处于稳定状态。这表示电源工作在恒定电压模式。
9. **CC（恒定电流）LED 指示灯**：变亮时输出电流处于稳定状态。这表示电源工作在恒定电流模式。
10. **OVP（过压保护）LED 指示灯**：变亮时由于出现过压而停止输出。消除过压的原因并关闭电源，然后重新启动电源。

加电检验步骤

下面的检验步骤说明了图 3 中所示的前面板控制器和指示灯的使用，并确保电源是正常工作的：

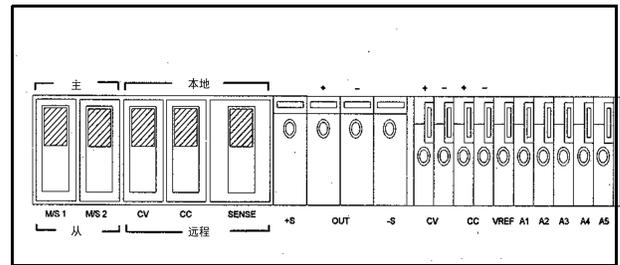


图 4，用于执行检验的后面板控制器的开关设置

- a. 断开电源线。
- b. 检查后面板开关设置是否如图 4 中所示。
- c. 检查指示电源设置的后面板标签是否与输入线电压匹配（如果不匹配，请参见“线电压选项转换”）。
- d. 检查后面板上的熔断器是否与线电压相匹配。
- e. 连接电源线并将 LINE 开关置为 ON（开启）。
- f. 在按下 OVP/CC SET 开关时，验证 OVP 断路对于 E3614A、E3615A、E3616A 或 E3617A，是否分别设置为 8.0、20.0、35.0 或 60.0 Vdc 以上。如果不是，用一把小的平头螺丝刀将 OVP Adjust 顺时针旋转。
- g. 将 VOLTAGE 控制器逆时针旋转到底，以确保 VOLTS 显示屏上的输出降为 0 Vdc，然后再顺时针旋转到头，以保证输出电压增加到最大值。
- h. 在按下 OVP/CC SET 开关时，将 CURRENT 控制器逆时针旋转到底，然后再顺时针旋转到头，以确保电流限定值可以从零设置到最大的额定值。

操作模式

后面板开关的设置决定了电源的操作模式。设置本地的操作模式，以便电源在使用前面板的控制器（本地程控）工作时，可以直接在输出端子（本地检测）上检测输出电压。其他的操作模式是：远程电压检测，以及利用外部电压远程程控输出电压和电流。

本地操作模式

电源出厂时被配置为本地操作模式。本地操作模式要求后面板的开关设置如图 4 所示。电源提供恒定电压 (CV) 或恒定电流 (CC) 输出。

恒定电压操作

要将电源设置为恒定电压操作，请执行下列步骤：

- a. 接通电源，然后调节 10 圈电位器 VOLTAGE 控制器获得想要的输出电压（输出端子未连接）。

- b. 在按下 DISPLAY OVP/CC SET 开关时，调节 10 圈电位器 CURRENT 控制器获得想要的电流限定值。
- c. 关闭电源，将负载连接到输出端子上。
- d. 打开电源。检查 CV LED 是否变亮。
在实际操作中，如果负载的变化导致超过电流限定值，则电源会自动切换到恒定电流模式，而输出电压将按比例下降。

恒定电流操作

要将电源设置为恒定电流操作，请执行下列步骤：

- a. 打开电源。
- b. 在按下 DISPLAY OVP/CC SET 开关时，调节 CURRENT 控制器获得想要的输出电流。
- c. 将 VOLTAGE 控制器调节到想要的电压限定值。
- d. 关闭电源，将负载连接到输出端子上。
- e. 打开电源，检查 CC LED 是否变亮。（如果 CV LED 已变亮，则选择一个更高的电压限定值。在 CC 操作模式下，要求电压设置大于电流设置乘以负载电阻（以欧姆为单位）的值。）在实际操作中，如果负载的变化导致超过电压的限定值，则电源会自动切换到预设电压限定值下的恒定电压操作模式，而输出电流将按比例下降。

过压保护 (OVP)

可调节的过压保护可防止负载过压。在输出端子的电压增加（或者由外部源增加）到 OVP ADJUST 控制器设置的 OVP 断电电压时，电源的 OVP 电路禁用导致输出电压和电流降为零的输出。在 OVP 断电过程中，点亮 OVP LED 指示灯。

如果将 OVP 断电电压设置为接近于电源的操作电压，则可能会发生错误的 OVP 断电。将 OVP 断电电压设置为输出的 4% 加上 2.0 V，或者远远超出输出电压，以避免负载导致的瞬态断电。

调节 OVP。按照下面的步骤调节 OVP 断电电压。

- a. 将 VOLTAGE 控制器逆时针旋转到底，打开电源。
- b. 在按下 DISPLAY OVP/CC SET 开关时，使用一把小的平头螺丝刀将 OVP Adjust 控制器调节到想要的 OVP 断电电压。
- c. 按照 CC 或 CV 操作的步骤，设置输出电压和电流。

重新设置 OVP。如果发生 OVP 断电，关闭电源重新启动。等待几秒后，再打开电源。如果继续出现 OVP 断电，则检查对负载和检测端子的连接，并检查 OVP 限定值设置。

注意

电源强烈的静电放电可以使 OVP 断路并最终使输出短路，这可以有效地保护输出负载免受危险的 ESD 电流危害。

连接负载

电源输出与接地端分开。任一输出端子都可以接地，未接地时，输出浮置于地电压最高可达 240 V。总输出电压与地电压之差不能超过 240 V。

使用一对单独的连接线可将每个负载连接到电源的输出端子上。这样可将负载间的相互耦合作用降至最小，并且可以充分利用电源的低输出阻抗优势。每对连接线应尽可能短，并将其绞合或屏蔽，以降低噪声干扰。（如果使用了屏蔽线，应将其一端与电源的接地端子连接，另一端则不连接。）

如果出于负载的考虑，要求输出功率分配端子位于离电源较远的位置，那么应使用一对绞合线或屏蔽线将电源输出端子连接到远端的分配端子上，再将每个负载单独连接到远端的分配端子上。对于这种情况，应使用远程检测（参见“远程电压检测”一段）。

超过额定输出的操作

输出控制器可以将电压或电流调节到最高超过额定输出 5% 的值。超过额定输出的 5% 不会对电源造成损坏，但在这个范围内不能保证其符合所有的性能参数。

远程操作模式

下面讨论的远程操作模式为远程电压检测和远程电压程控。通过更改后面板开关的设置，并将导线从后面板端子连接到负载或者外部电源上，可以将电源设置为远程操作模式。只需推入，就可将 0.75 到 1.5 mm² 的实心导线连接到后面板的端子上。在按下橙色的压杆后，将较细的导线插入连接处。

小心

在更改后面板开关设置或进行连接时应关闭电源。这样可以避免意外的输出对负载和 OVP 断电造成危害。

远程电压检测

远程电压检测用于保持负载的电压稳定，并减少由电源与负载之间导线电压降引起的稳压性能降低。电源进行远程电压检测连接时，会检测负载处的电压而不检测电源输出端子的电压。这将允许电源自动补偿负载导线处的电压降，并提高稳定性。

电源进行远程检测连接时，OVP 电路会检测导线处的电压，而不检测主要输出端子的电压。

注意

远程电压检测在每个负载处最多补偿 0.5 V 的电压降，在输出端子和内部检测电阻之间（OVP 电路在此处连接）最多可能有 0.1 V 的电压降。因此，由 OVP 电路检测到的电压比负载处调节的电压大 1.1 V。在利用远程检测时可能需要重新调节 OVP 断路电压。

CV 稳压。请注意在检测导线中的任何电压降都会直接添加到 CV 负载稳压上。为维护指定的性能，要保持检测到的导线电阻为每根导线 0.5 欧姆或者更少。

远程检测连接。远程检测需要更改后面板开关的设置，将负载导线从“+”和“-”输出端子连接到负载，并将检测导线从 +S 和 -S 端子连接到负载，如图 5 所示。

小心

将检测导线连接到负载时，应注意极性。

输出噪声。检测导线所接收到的任何噪声都会出现在电源的输出电压中，并且会影响 CV 负载稳压。请将检测导线绞合在一起以最大限度地减少外部噪声干扰，同时使它们平行且接近于负载导线。在有干扰的环境中，可能有必要屏蔽检测导线。仅在电源端将屏蔽接地。不要将屏蔽作为一条检测导线使用。

稳定性。在电源进行远程检测连接时，有可能负载导线的阻抗和负载的电容构成一个滤波器，该滤波器将成为电源 CV 反馈回路的一部分。此滤波器产生的额外相移会降低电源的稳定性，并可能导致不良的瞬态响应或回路不稳定性。严重时可能会引起振荡。保持导线尽可能的短，并将负载导线绞合在一起以消除负载导线的自感应，以及保持负载电容尽可能的小。负载导线应具有实际最大的直径，并足以限制每根导线的电压降为 0.5 V。

检测导线是电源的程控反馈控制回路的一部分。在远程检测操作过程中意外的断开检测或负载导线连接将产生各种负面的影响。要确保安全、持久的连接，特别是对于检测导线。

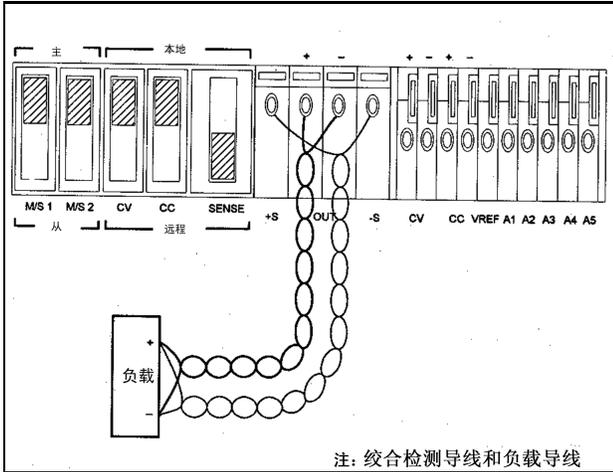


图 5，远程电压检测

远程模拟电压程控

远程模拟电压程控允许借助于远程改变的电压来控制稳定的输出电压或电流。程控（外部）电压不应超过 10 V。程控电压的稳定性将直接影响输出的稳定性。在远程模拟程控过程中将禁用前面板的电压控制。

小心

该电源包括钳位电路，以防止在远程程控电压大于 10 Vdc 时电源提供大于 120% 的额定输出电压或电流。不要故意使电源在超过 100% 额定输出的情况下工作。程控电压限制为 10 Vdc。

远程程控连接。远程程控需要更改开关的设置，并将外部电压连接到后面板“CV”或“CC”的“+”和“-”端子上。程控导线所接收到的任何噪声都会出现在电源的输出电压中，并且可能影响稳压。要减少接收噪声，对于程控可使用绞合或屏蔽的电线对，屏蔽只需一端接地。不要将屏蔽作为导线使用。

请注意，将电源同时操作在远程检测和远程模拟程控模式下是可能的。

远程程控，恒定电压。图 6 显示了用于输出电压时远程电压控制的后面板开关设置和端子连接。远程程控电压改变 1 Vdc，就会导致输出电压的改变（电压增益），如下：E3614A: 0.8 Vdc；E3615A: 2 Vdc，E3616A: 3.5 Vdc，E3617A: 6 Vdc

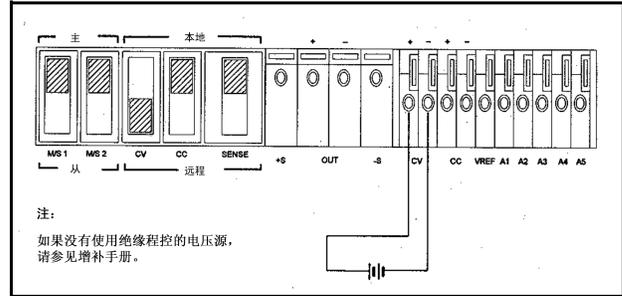


图 6，远程电压程控，恒定电压

远程程控，恒定电流。图 7 显示了用于输出电流时远程电压控制的后面板开关设置和端子连接。远程程控电流改变 1 Vdc，就会导致输出电流的改变（电压增益），如下：E3614A: 0.6 Adc；E3615A: 0.3 Adc，E3616A: 0.17 Adc，E3617A: 0.1 Adc

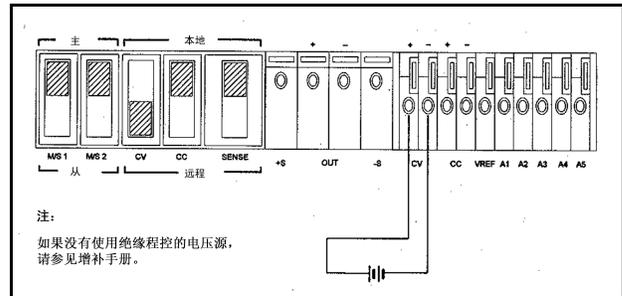


图 7，远程电压程控，恒定电流

远程程控速度。参见第 1-5 页的参数表。

多电源操作

常规并联和自动并联操作使输出电流增加，常规串联和自动串联操作使输出电压增加。自动跟踪提供对多个电源的输出电压单一控制。通过更改后面板开关的设置，并将导线从后面板端子连接到负载上，可以将电源设置为多电源操作。只需推入，就可将 0.75 到 1.5 mm² 的实心导线连接到后面板的端子上。在按下橙色的压杆后，将较细的导线插入连接处。

常规并联操作

可将两个或两个以上能够进行 CV/CC 自动转换操作的电源并联连接，这样获得的总输出电流比从一个电源中获得的多。总输出电流是每个电源输出电流的总和。可以分别设置每个电源的输出。应将一个电源的输出电压控制设置为想要的输出电压；而将其其他电源的输出电压设置得稍高一些。具有较高输出电压设置值的电源输出恒定电流，并降低输出电压直到等于其他电源的输出；其他电源则保持恒定电压输出，只输出其额定输出电流中满足总负载要求所必需的那部分电压。图 8 显示了用于两个电源常规并联操作时的后面板开关设置和端子连接。

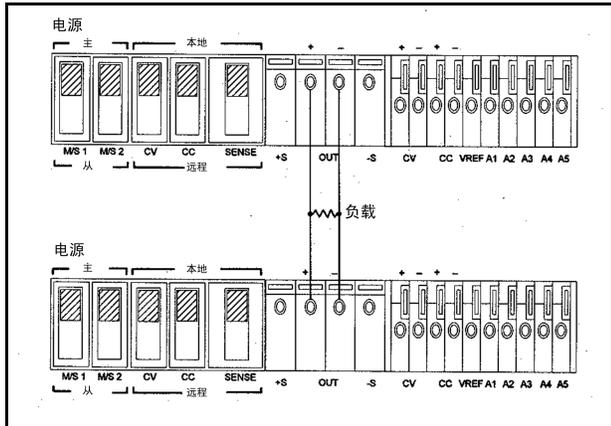


图 8，两个电源的常规并联操作

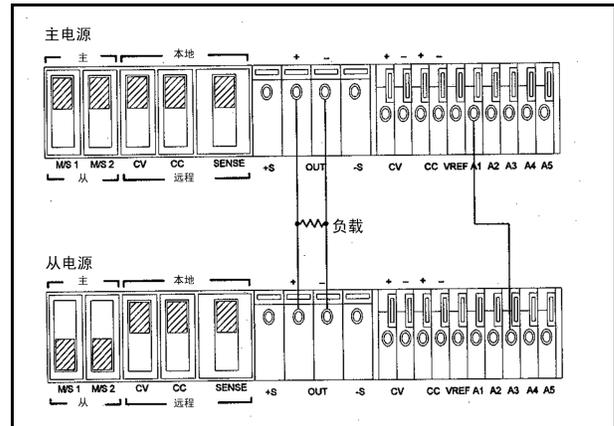


图 9，两个电源的自动并联操作

自动并联操作

自动并联操作允许在所有负载条件下具有相等的电流份额，并可以完全控制一个主电源的输出电流。控制单元称为主电源；受控单元称为从电源。通常情况下，只有具有同一型号电源才应连接到自动并联操作上，这是由于电源以满电流额定值跨接电流监测电阻时，必须具有相同的电压降。每个从电源的输出电流近似等于主电源的输出电流。图 9 和图 10 显示了用于两个和三个电源自动并联操作时的后面板开关设置和端子连接。

设置电压和电流。将从电源的 CURRENT 控制器顺时针旋转到头。调节主电源的控制器，以便设置想要的输出电压和电流。主电源的操作与通常情况下完全相同，如需要可以设置为恒定电压或恒定电流模式。检查从电源是否在 CV 工作模式下。

对于两个电源的自动并联操作，总的输出电压与主电源的电压设置相同，而总的输出电流是主电源电流的两倍。总之，对于两个电源来讲，自动并联输出电流 (I_o) 为：

$$I_o = I_m + I_s = 2I_m$$

其中 I_m = 主电源的输出电流

I_s = 从电源的输出电流

注意

自动并联单元中成比例的电流要求相等的负载导线电压降。使用具有选定长度的单独导线对将每个电源连接到负载，以便每对导线间的电压降相同。如果不可行，用相等电压降的导线对将每个电源连接到一对分配端子上，然后再用一对导线将分配端子连接到负载上。

过压保护。利用主电源的 OVP Adjust 控制器调节想要的 OVP 断电限定值。设置从电源的 OVP 限定值高于主电源的 OVP 限定值。在主电源关闭时，主电源程控从电源为零电压输出。如果从电源关闭，仅是它本身关闭。如果所需电流非常大，则主电源将从 CV 模式切换到 CC 模式。

远程检测。要对自动并联模式进行远程检测，只需（按照有关远程检测的说明）将远程检测导线连接到主电源上。

远程模拟电压程控。要对自动并联模式进行远程程控，只需（按照有关远程检测的说明）将主电源进行设置以用于远程程控。

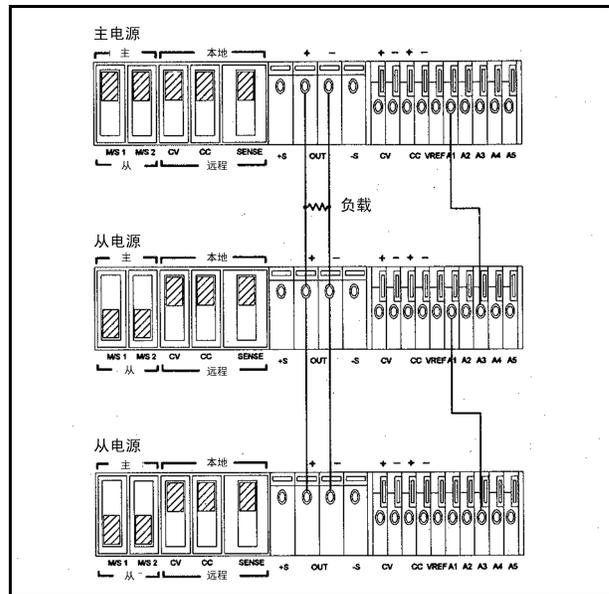


图 10，三个电源的自动并联操作

常规串联操作

在任何一个电源的输出绝缘额定值范围内，将两个或多个电源串联使用，以便获得高于单个电源中可用的电压。操作串联的电源时，可以用一个负载跨接两个电源，或者每个电源使用单独的负载。这些电源的输出端子上跨接有一个反向二极管，因此与其他电源串联工作时，如果负载短路，或一个电源和其串联的电源不是同时打开，则不会造成损坏。采用串联连接时，输出电压是单个电源电压的总和。必须调整每个电源才能获得总输出电压。图 11 显示了用于两个电源常规串联操作时的后面板开关设置和端子连接。

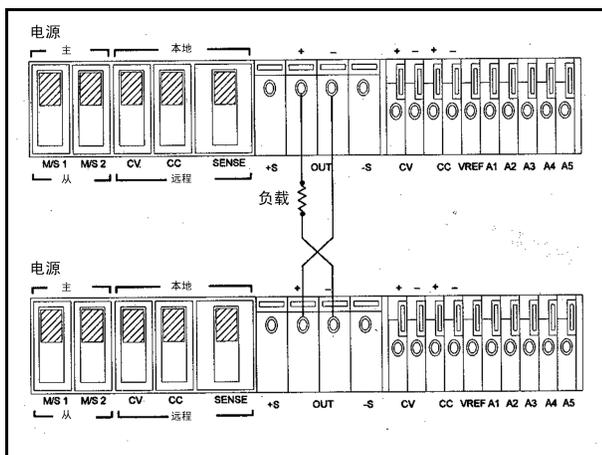


图 11，两个电源的常规串联操作

自动串联操作

自动串联操作允许相等或成比例的电压分配，并可以从主电源中控制输出电压。从电源的电压由主电源前面板 VOLTAGE 控制器的设置值和分压器的阻值决定。主电源必须是串联的最高的电源。所有串联单元的输出 CURRENT 控制器都是起作用的，电流限值等于最低的设置值。如果任一输出 CURRENT 控制器设置得过低，电源将自动切换到恒定电流工作模式，并且输出电压降低。图 12 和图 13 显示了用于两个和三个电源自动串联操作时的后面板开关设置和端子连接。该模式还提供了具有单独负载的两个电源的正负电压跟踪模式。

假若每个从电源被指定为可以进行自动串联操作，那么在自动串联组合中可以使用混合的型号，而没有任何限制。如果主电源设置为恒定电流模式，那么主从组合电源将作为一个复合的恒定电流感。

小心

总输出电压与地电压之差必须不能超过 240 V。

确定电阻。外部电阻控制从电源供给的电压与主电源电压设置值的比值（或倍数）。请注意，每个电源所占总输出电压的百分比与总电压的数量无关。对于两个电源自动串联的情况，R1 与 R2 的比率是：

$$\begin{aligned} (R1+R2)/R1 &= (Vo/Vm) \\ R2/R1 &= (Vs/Vm) \end{aligned}$$

其中 Vo = 自动串联电压 = Vs + Vm
Vm = 主电源的输出电压
Vs = 从电源的输出电压

例如，E3617A 用作从电源，R2=50 kΩ (1/4 W)，通过上面的等式，可以得出

$$R1 = R2(Vm/Vs) = 50(Vm/Vs) \text{ k}\Omega$$

为保持电源的温度系数和性能稳定，请选择稳定的、低噪声的电阻。

注意

为保证稳定工作，建议在双电源模式下将一个 0.1 mF 的电容器与 R2 并联，在三电源模式下与 R2 和 R4 并联。

设置电压和电流。使用主电源的控制器设置想要的输出电压和电流。禁用从电源的 VOLTAGE 控制器。旋转主电源的电压控制器将使串联组合的输出连续变化，主电源输出电压与从电源电压的分配总是保持在外电阻的比例上。将从电源的 CURRENT 控制器设置为高于主电源的电流设置，可以避免从电源切换到 CC 模式下。

在 CC 模式下合并的输出电流与主电源的电流设置值相同，在 CV 模式下合并的输出电压是主电源和从电源输出电压的总和。

过压保护。设置每个单元的 OVP 断电电压，以便在自动串联模式中电压高于输出电压时断电。在主电源关闭时，主电源程控任一从电源为零电压输出。在从电源关闭时，只是它本身关闭（以及电源架中在其下面的任一从电源）。主电源（以及关闭的从电源之上的所有从电源）继续提供输出电压。

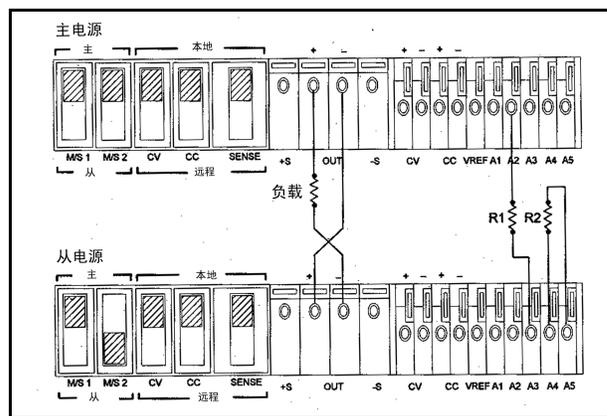


图 12，两个电源的自动串联操作

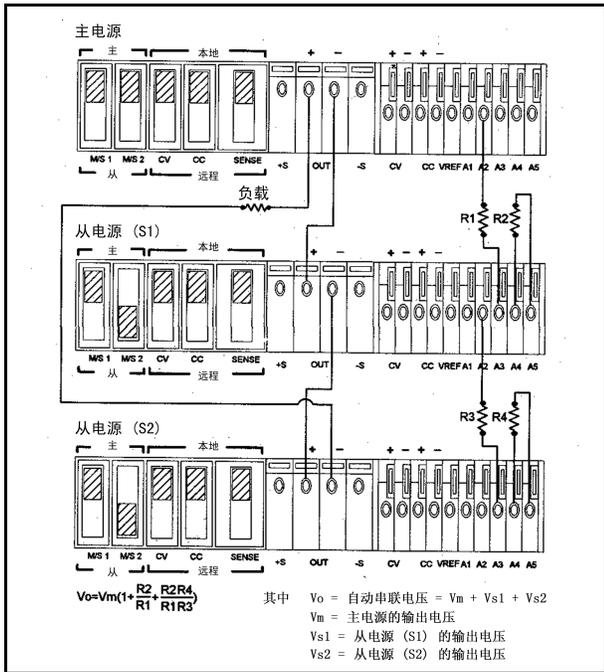


图 13, 三个电源的自动串联操作

远程检测。要对自动串联模式进行远程检测，设置主电源的 SENSE（检测）开关，并将从电源的 SENSE 开关设置为远程。

远程模拟电压程控。要对自动串联模式进行远程模拟程控，将程控（外部）电压连接到主电源的“CV”或“CC”端子上，并将主电源的“CV”或“CC”开关设置为远程。

自动跟踪操作

除了主电源和从电源相对于公共总线或地线具有相同的输出极性之外，电源的自动跟踪操作与自动串联操作相似。该操作在要求同时增加、降低或者按比例控制所有电源时非常有用。

图 14 和图 15 显示了连接为自动跟踪模式的两个和三个电源，其负输出端子被连接在一起作为公共点或接地点。对于自动跟踪模式中的两个电源，主电源输出的 $R_2/(R_1+R_2)$ 比值作为从电源比较放大器的输入之一，从而控制从电源的输出。自动跟踪操作中的主电源必须是具有最大输出电压的极电源。电源电压的升高和降低是由主电源来控制的。为保持电源的温度系数和稳定性参数，外部电阻应是稳定的、低噪声、低温的。

确定电阻。外部电阻控制从电源电压与主电源电压的比值（或者倍数）。对于两个电源自动跟踪的情况， R_1 与 R_2 的比率是：

$$R_2/(R_1+R_2) = (V_s/V_m)$$

其中 V_m = 主电源输出电压
 V_s = 从电源输出电压

注意

为保证稳定工作，建议在双电源模式下将一个 $0.1 \mu F$ 的电容与 R_2 并联，在三电源模式下与 R_2 和 R_4 并联。

设置电压和电流。使用主电源的 VOLTAGE 控制器来设置两电源的输出电压。在主电源为 CV 模式下，对于两个电源的操作方式，主电源的输出电压 (V_m) 与其电压设置值相同，从电源的输出电压为 $V_m(R_2/(R_1+R_2))$ 。禁用从电源的 VOLTAGE 控制器。将主电源和从电源的 CURRENT 控制器设置为大于所需的电流，以保证主电源和从电源的 CV 操作模式。

过压保护。设置每个单元的 OVP 断电电压，使其高于自动跟踪模式中的输出电压。在主电源关闭时，主电源程控从电源为零电压输出。在从电源关闭时，仅是它本身关闭。

远程检测。要对自动跟踪操作单独进行远程检测，根据前一段下面所述的远程检测说明，将每个单元设置为远程检测。

远程模拟程控。要同时远程程控两个电源的输出电压，根据远程程控的说明，只将主电源设置为远程程控。要改变从电源的输出电压分配比值，用一个可变电阻代替双电源模式下的 R_2 。要分别远程程控每个单元的输出电流设置值，根据“远程程控，恒定电流”一段下的说明，将每个单元设置为用于输出电流的远程控制。

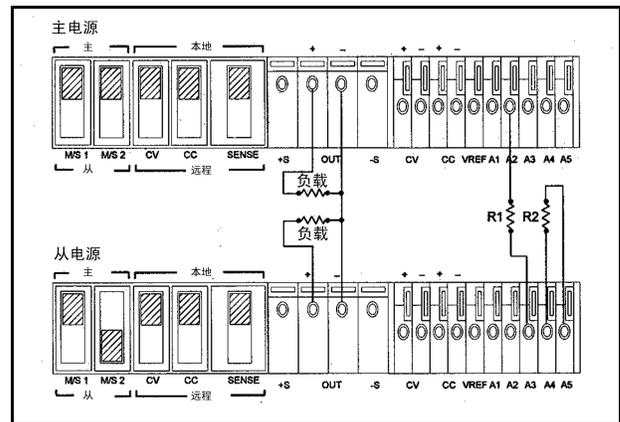


图 14, 两个电源的自动跟踪操作

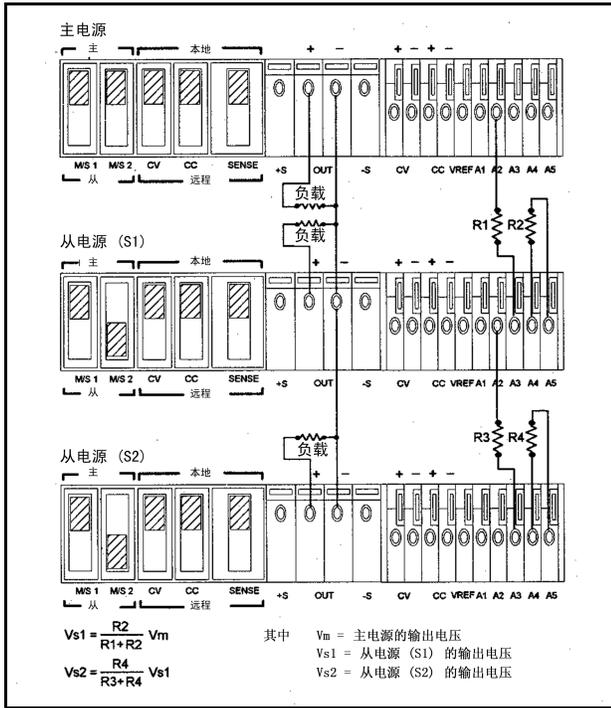


图 15, 三个电源的自动跟踪操作

负载考虑事项

本节提供了有关操作某些电源的信息, 这些电源的输出上连接有不同类型的负载。

脉冲负载

如果输出电流增加 (超出预设的限定值), 电源将自动从恒定电压转换到恒定电流工作模式。尽管预设的限定值可能高于平均输出电流, 但高峰电流 (在脉冲负载时出现) 可能会超过预设的电流限定值, 并导致工作模式转换。如果并不想进行转换, 则应根据峰值而不是平均值的要求设置预设的限定值。

反向电流负载

与电源连接的有源负载在其运行周期的某一阶段, 实际上可能会将反向电流传送到电源。不允许从外部电源向本电源输入电流, 这样可能会造成稳压性能的丧失, 以及对电源的输出电容造成损坏。要避免这种影响, 预先装入仿真负载电阻是必要的, 以便电源可以在整个负载设备的运行周期中传送电流。

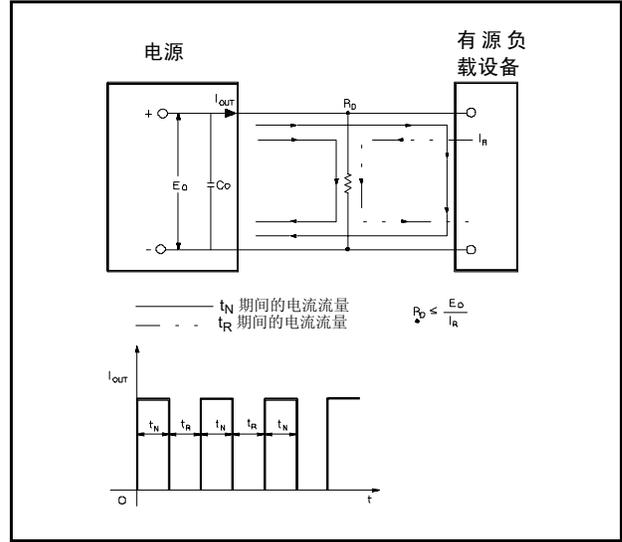


图 16, 避免反向电流负载的方法

输出电容

跨接在电源输出端子上的内部电容, 可以在恒定电压操作过程中提供短期的高电流脉冲。外部添加的任何电容都将提高脉冲电流容量, 但会降低电流限制电路提供的安全性。在平均输出电流过大而导致电流限制电路运行之前, 高电流的脉冲就可能已损坏负载组件。

在恒定电流操作期间输出电容的影响如下:

- 电源的输出阻抗会随频率的增加而降低。
- 相对于负载电阻的变化, 输出电压的恢复时间要长一些。
- 在负载电阻迅速减少时, 将会出现导致负载严重功率耗散的大量冲击电流。

反向电压负载

二极管以反向极性跨接到输出端子上。该二极管可保护输出电解电容器和串联稳压晶体管免受横跨在输出端子上的反向电压的影响。例如, 在两个电源的串联操作中, 如果一个电源未使用交流电, 该二极管将会防止对未加电的电源造成危害, 否则电源就会受到反极性电压的损害。

由于串联稳压晶体管不能抵抗住反向电压, 则将另一个二极管跨接到串联晶体管上。如果并联组合中的一个电源在另一个电源之前接通, 则在并联或自动并联模式下该二极管可以保护串联稳压晶体管。

电池充电

电源的 OVP 电路具有一个消弧 SCR（可控硅整流器）。无论何时出现 OVP 断路，SCR 都可以有效地短接电源的输出。如果通过输出连接电池等外部电压源，同时意外地触发了 OVP，那么 SCR 将不断地从电压源中吸取大量电流；这可能会损坏电源。为避免这种情况，二极管必须与输出串联，如图 17 所示。

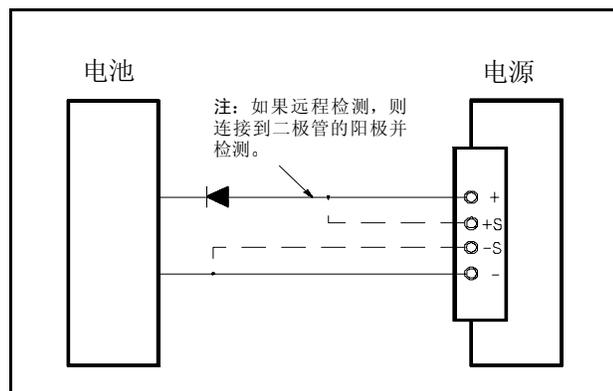


图 17，推荐使用的电池充电保护电路